

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3807603 A1

(21) Aktenzeichen: P 38 07 603.9  
(22) Anmeldetag: 8. 3. 88  
(23) Offenlegungstag: 28. 9. 89

(51) Int. Cl. 4:

G 01 N 27/14

G 01 N 27/12

H 01 L 29/66

H 01 L 29/78

Behörde-eigentum

DE 3807603 A1

(71) Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

(72) Erfinder:

Zimmer, Günter, Prof. Dr., 4100 Duisburg, DE; Dobos,  
Karl, Dr., 4600 Dortmund, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Halbleitender Gassensor

Beschrieben wird ein Gassensor, der aus einer Elektrode-Isolator-Halbleiterstruktur mit direkt oder indirekt heizbarer Gate-Elektrode aufgebaut ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform besteht der Gas-sensor aus einem MOS-FET-Transistor, dessen Gate-Elek-trode als heizbarer Widerstand ausgebildet ist, der eine muldenförmige Isolationsschicht brückenförmig überspannt und mit ihr einen Hohlraum bildet. Dadurch liegt die gasemp-findliche Schicht zwischen der Gate-Elektrode und der Oxidschicht frei und ist für Messung unterschiedlicher Gase zugänglich.

Durch die heizbare Elektrode wird ein Aufheizen des gesam-ten MOS-FET-Transistors vermieden, wodurch seine Le-bensdauer und die O-Punkt-Drift vermindert werden.

DE 3807603 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen halbleitenden Gassensor, der aus einer Elektrode-Isolator-Halbleiterstruktur aufgebaut ist.

Halbleitende Gassensoren sind aus mehreren Schriften bekannt, z.B. Offenlegungsschrift DE 29 47 050, Patentschrift US 40 58 368, Patentschrift DE 31 51 891.

Die hohen Betriebstemperaturen der meßaktiven Elektrode, die einerseits zum Aufspalten der nachzuweisenden Gaskomponenten, andererseits zur Aufrechterhaltung des dynamischen Gleichgewichtes von Adsorption und Desorption benötigt werden, beeinträchtigen die Lebensdauer von halbleitenden Gassensoren. Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, daß die Elektrode normalerweise über das Chip-Substrat geheizt wird, so daß der Halbleiter-Chip, der temperaturempfindlichste Teil der Anordnung, auf höheren Temperaturen gehalten wird, als die meßaktive Elektrode.

Diesen Nachteil versucht die Pd-extended MOS-FET-Struktur auszugleichen, die in "Transducer" 1987 beschrieben ist.

Bei dieser Struktur befindet sich die aktive Elektrode aus Palladium (Pd) in der Mitte eines Chips, wo durch eine Dünnsäzung und durch Heizelemente eine relativ höhere Temperatur eingestellt werden kann. Die Elektrode ist verlängert und bildet das Gate des eigentlichen Meß-MOS-FET Transistors, der am kälteren Rande des Chips untergebracht ist. Abgespaltene Wasserstoff-Atome oder aus der Umgebung adsorbierte Wasserstoff-Atome können durch Oberflächendiffusion auf dem Pd-Metall-Kanal zur MOS-FET Gate-Elektrode gelangen und eine Schwellenspannungsverschiebung hervorrufen. Wegen des langen Wasserstoff-Diffusionsweges ist die Ansprechzeit einer solchen Anordnung deutlich erhöht, die nachgewiesene Zusammensetzung des Gases kann von der ursprünglich vorhandenen abweichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen halbleitenden Gassensor anzugeben, bei welchem die Temperatur des Meß-MOS-FET-Transistors niedrig gehalten wird, der jedoch lange Gas-Diffusionswege vermeidet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen halbleitenden Gassensor gelöst, bei welchem die Meßelektrode direkt oder indirekt heizbar ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch eine niedrige Temperatur der empfindlichen MOS-FET-Struktur die Lebensdauer des Gassensors erhöht wird. Gleichzeitig wird eine Erniedrigung der 0-Punkt-Drift erreicht.

Durch thermische Isolation der aufgeheizten Elektrode mit Hilfe thermisch isolierender Schichten oder eines Hohlraumes nach Anspruch 5 wird erreicht, daß der Sensor weniger Heizleistung verbraucht. Bei einem Gassensor nach Anspruch 5, der zwischen dem Isolator und der heizbaren Elektrode einen Hohlraum aufweist, liegt die gasempfindliche innere Schicht zwischen Oxid und Gate-Elektrode frei, so daß aus dem Hohlraum auch solche Gase auf die meßaktive Fläche gelangen, die nicht durch die Palladium-Schicht diffundieren können. Diese Gase verändern ebenfalls durch Absorption auf der meßaktiven Fläche die FET-Eigenschaften in charakteristischer Weise. Dadurch können neben Wasserstoff auch andere Gase, z.B. Kohlenwasserstoffe, nachgewiesen werden. Die Zugänglichkeit der meßakti-

ven Schicht für verschiedene Gase wird nach Anspruch 6 dadurch verbessert, daß die Gate-Elektrode strukturiert wird.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist in den Ansprüchen 7 und 8 gekennzeichnet. Danach ist der Gassensor mit einer chemisch aktiven Schicht bzw. einer katalytischen Schicht versehen, die dem Gassensor selektive Empfindlichkeit verleiht.

Nach Anspruch 10 kann der Gassensor zusammen mit anderen Sensoren und mit Auswerteschaltungen auf einem Chip integriert werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden beschrieben:

Es zeigen:

Fig. 1 Querschnitt durch einen FET-Transistor mit Pd-Gate-Elektrode und Hohlraum.

Fig. 2 Grundriß eines FET-Transistors mit Pd-Gate-Elektrode und Hohlraum.

Der in den Figuren dargestellte Gassensor ist als MOS-FET-Transistor ausgebildet. Das Substrat (1) ist p-dotiertes Silizium, Source (2) und Drain (3) sind n-dotiert. Über dem halbleitenden Substrat ist eine Isolationsschicht (4) angebracht, die im Bereich des Kanals (5) als Mulde ausgebildet ist. Das Gate (6) ist als heizbarer Widerstand aus Pd ausgebildet und überspannt brückenförmig den Bereich der Mulde des Isolators. Beide umschließen einen Hohlraum (7), in den das zu messende Gas eingeleitet wird.

## Patentansprüche

1. Gassensor, aufgebaut aus einer Elektrode-Isolator-Halbleiter-Struktur, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (Schicht) direkt oder indirekt heizbar ist.

2. Gassensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode durch elektromagnetische Energie (Gleichstrom, Wechselstrom, Infrarot-Strahlung, Mikrowellen usw.) heizbar ist.

3. Gassensor nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode aus gut oder schwach leitendem Material wie Metall, Halbleiter, organischem Polimer oder aus einer Mischung von diesem besteht und als Widerstand ausgebildet und durch Strom heizbar ist.

4. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine auf oder unter der Elektrode aufgebrachte Hilfsschicht aufgeheizt wird und eine thermische Kopplung zwischen Elektrode und Heizschicht besteht.

5. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Isolator und der heizbaren Elektrode ein Hohlraum befindet.

6. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode aus mehreren Schichten wie aus einer chemisch-aktiven und/oder aus einem Träger, und/oder aus einer Heizschicht besteht und die Reihenfolge und die Zahl und die Kombination dieser Schicht beliebig ist.

7. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode und/oder die anderen Schichten strukturiert (Löcher, Streifen, Spalt, durchlässig durch den Aufbau von größeren Körnchen) sind.

8. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet, daß sich über und/oder unter der heizbaren Elektrode eine selektive (z.B. Molekularsieb) und/oder katalytisch aktive und/oder chemisch aktive Schicht befindet.

9. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Gassensor-Struktur als MIS, MOS oder MNOS-Struktur ausgebildet ist.

10. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Gassensor zusammen mit verschiedenen Schaltungen, wie Verstärkerschaltungen und/oder Auswertungs- und/oder Korrektions- und/oder Temperaturstabilisationsschaltungen und/oder mit anderen Sensoren wie Gassensoren und/oder Temperatursensoren und/oder Feuchtesensoren auf einem Halbleiterchip integriert ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

38 07 603  
G 01 N 27/14  
8. März 1988  
28. September 1989

3807603

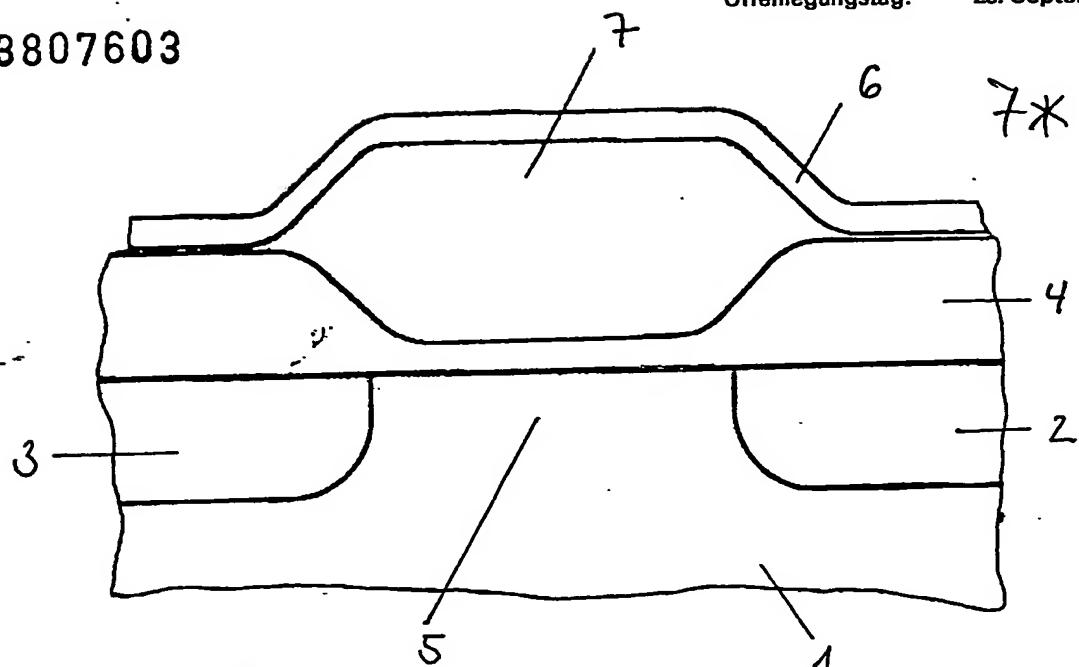


Fig. 1

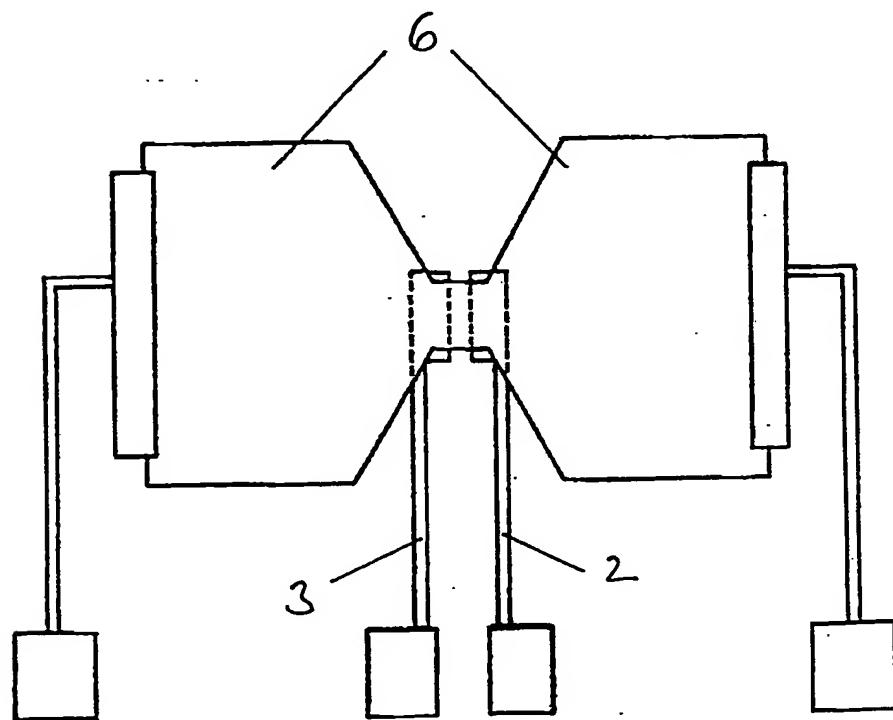


Fig. 2